

**EVALUASI UNJUK KERJA JARINGAN DRAINASE
DI DAERAH NGESREP, NGEMPLAK, BOYOLALI**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata
I pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik**

Oleh:

RIYAN AGUNG SAPUTRO

D100 150 143

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

EVALUASI UNJUK KERJA JARINGAN DRAINASE
DI DAERAH NGESREP, NGEMPLAK, BOYOLALI

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

RIYAN AGUNG SAPUTRO

D100150143

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing



Gurawan Djati W, S.T., M.Eng.

NIK. 782

HALAMAN PENGESAHAN

**EVALUASI UNJUK KERJA JARINGAN DRAINASE
DI DAERAH NGESREP, NGEMPLAK, BOYOLALI**

OLEH

RIYAN AGUNG SAPUTRO

D100150143

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

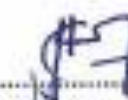
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari 29 Agustus 2019

Dewan Penguji:

1. Gurawan Djati W, S.T.,M.Eng.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir.Achmad Karim Fatchan, M.T
(Anggota 1 Dewan Penguji)
3. Ir.H. Hermono S.B, M.Eng, IPM
(Anggota 2 Dewan Penguji)

(..........)

(..........)

(..........)

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.,IPM
NIK.682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, Agustus 2019

Penulis



RIYAN AGUNG SAPUTRO

D100150143

EVALUASI UNJUK KERJA JARINGAN DRAINASE DI DAERAH NGESREP, NGEMPLAK, BOYOLALI

Abstrak

Ruas jalan di Desa Ngesrep, Ngemplak, Boyolali sering terjadi genangan ketika musim hujan tiba. Genangan tersebut disebabkan karena sistem drainase pada lokasi tidak optimum karena telah terjadi pendangkalan akibat sedimentasi. Untuk mengetahui kinerja saluran drainase di daerah tersebut dilakukan analisis hidrologi untuk menghitung debit rencana dengan kala ulang 25 tahun menggunakan metode Log Person Type III. Hasil dari perhitungan yang dilakukan menunjukkan nilai debit rencana lebih besar dari nilai debit eksisting ($Q_{rencana} = 2,3105 \text{ m}^3/\text{dt} > Q_{eksisting} = 0,4189 \text{ m}^3/\text{dt}$) sehingga saluran eksisting tidak mampu menampung debit rencana yang terjadi pada daerah Ngesrep. Perlu dilakukan perencanaan ulang dimensi saluran dengan menggunakan desain drainase ekonomis dan penampang saluran direncanakan berbentuk trapesium menggunakan material pada dinding saluran berupa batu kali. Hasil perhitungan diperoleh ukuran dimensi saluran dengan menggunakan nilai Q puncak sebagai acuan yaitu lebar saluran dasar, ($b = 94,5644 \text{ cm}$), kedalaman ($h = 76,5042 \text{ cm}$) dan lebar saluran atas, ($B = 171,069 \text{ cm}$).

Kata kunci: Drainase, genangan, ruas jalan, debit puncak.

Abstract

Roads in Ngesrep Village, Ngemplak, Boyolali often inundate when the rainy season arrives. The inundation is caused by the drainage system at the location is not optimum because siltation has occurred due to sedimentation. To find out the performance of drainage channels in the area, a hydrological analysis was performed to calculate the plan discharge with a 25-year return period using the Log Person Type III method. The results of the calculations performed show the value of the planned discharge is greater than the value of the existing discharge ($Q_{rencana} = 2.3105 \text{ m}^3 / \text{sec} > Q_{existing} = 0.4189 \text{ m}^3 / \text{sec}$) so that the existing channel is unable to accommodate the planned discharge that occurs in the Ngesrep area. It is necessary to re-plan the dimensions of the channel by using an economical drainage design and a planned cross section of the trapezoidal channel using material on the channel wall in the form of river stones. The calculation results obtained by the dimensions of the channel dimensions using the peak Q value as a reference that is the width of the base channel, ($b = 94.5644 \text{ cm}$), depth ($h = 76.5042 \text{ cm}$) and width of the upper channel, ($B = 171.069 \text{ cm}$).

Keywords: Drainage, inundation, road sections, peak discharge.

1. PENDAHULUAN

Menurut Dr. Ir. Suripin, M. Eng. (2004; 7) drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Haryono Sukarto (1999), drainase

adalah suatu ilmu untuk pengeringan tanah. Drainase (*drainage*) berasal dari kata *to drain* yang berarti mengeringkan atau mengalirkan air dan merupakan terminologi yang digunakan untuk menyatakan sistem – sistem yang berkaitan dengan penanganan masalah kelebihan air, baik di atas maupun di bawah permukaan tanah. Jenis drainase terbagi kedalam beberapa bagian seperti jenis drainase menurut sejarah terbentuknya, menurut fungsi pelayanan, dan menurut jenis konstruksi saluran. Sistem drainase merupakan serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan sehingga kawasan tersebut dapat berfungsi secara optimal.

Sistem drainase yang tidak optimal akan menyebabkan permasalahan kelebihan air pada suatu kawasan. Drainase yang tidak optimal pada sisi ruas jalan akan menyebabkan kelebihan air yang mengalir ke arah perkerasan jalan sehingga air menggenangi pada ruas jalan. Di Indonesia genangan air pada ruas jalan selalu terjadi tiap tahunnya ketika musim penghujan datang namun permasalahan ini belum terselesaikan bahkan cenderung semakin meningkat. Dalam menangani permasalahan genangan air yang terjadi diperlukan perencanaan sistem drainase yang baik dari berbagai aspek mengingat curah hujan yang terjadi di Indonesia cukup tinggi sehingga rentan terjadi genangan atau bahkan banjir.

Genangan yang terjadi pada ruas jalan Desa Ngesrep disebabkan oleh sistem drainase dan saluran drainase yang berfungsi untuk mengalirkan kelebihan air tidak mampu menampung dengan baik karena kapasitas tampungan saluran drainase yang dimiliki pada ruas jalan Desa Ngesrep tidak sesuai dengan debit rancangan yang diperoleh dari curah hujan harian. Selain hal tersebut, terjadinya pendangkalan yang disebabkan sedimentasi yang tinggi juga menjadi salah satu unsur ketidakmampuan saluran drainase dalam mengalirkan kelebihan air yang terjadi.

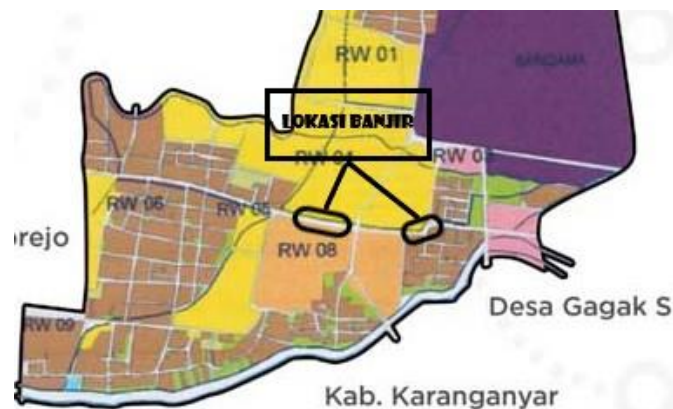
Dari permasalahan yang terjadi dapat dibuatkan rumusan masalah berupa penyebab genangan air yang terjadi pada ruas jalan dan kapasitas saluran drainase tidak mampu menampung air hujan sehingga air meluap dan menggenangi ruas jalan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi genangan air yang terjadi dan untuk mengetahui kapasitas saluran drainase yang mampu ditampung yang kemudian akan diusulkan alternatif penyelesaian permasalahan yang terjadi.

2. METODE

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada ruas jalan Desa Ngesrep, Ngemplak, Boyolali. Lokasi penelitian merupakan jalan kabupaten yang menghubungkan langsung ke lokasi wisata Waduk Cengklik dan daerah Kabupaten Boyolali utara yaitu Kecamatan Nogosari. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.2 Data Penelitian

Data penelitian yang digunakan dalam menyelesaikan penelitian ini adalah:

- 1) Data primer, yaitu data yang berhubungan dengan saluran drainase dilapangan.
- 2) Data sekunder, yaitu data curah hujan pada pos hujan Ngemplak dan pos hujan Waduk Cengklik. Data ini diperoleh dengan mendatangi Balai PSDA yang bertempat di daerah Surakarta.

2.4 Tahapan Analisis

Setelah memperoleh data yang dibutuhkan selanjutnya dilakukan analisis data hujan dari pos hujan. Berikut urutan analisis data yang dilakukan:

2.5 Analisis Hidrologi

Analisis ini dilakukan dengan penentuan luas *catchment area* dan penentuan pos hujan yang mempengaruhi daerah tersebut. Terdapat beberapa tahapan untuk menyelesaikan perhitungan debit banjir rancangan yaitu:

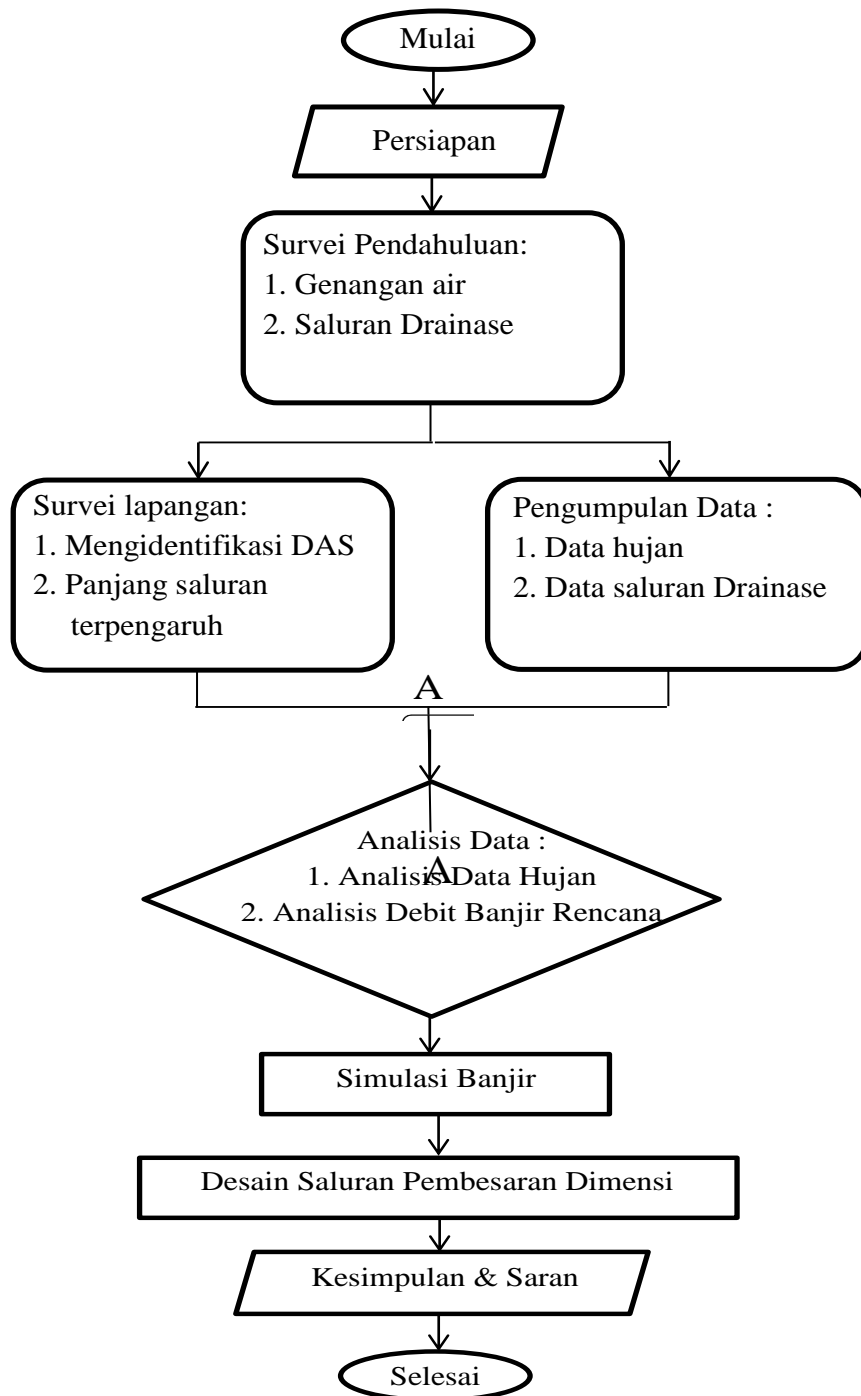
- a. Menguji konsistensi data hujan dengan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*).
- b. Menentukan hujan harian maksimum dari pos hujan
- c. Menentukan parameter statistik dari data yang telah diurutkan seperti nilai rata-rata (\bar{X}), standar deviasi (s), Koefisien variasi (C_v), Koefisien *skewness* (C_s) dan Koefisien Kurfasis (C_k).
- d. Menentukan distribusi yang akan digunakan sesuai dengan parameter statistik yang telah dihitung.
- e. Menentukan debit hujan rancangan yang dirancang dengan kala ulang tertentu berdasarkan distribusi yang digunakan.
- f. Menentukan waktu konsentrasi dengan metode Kirpich.
- g. Menentukan intensitas curah hujan dengan metode Mononobe dalam kala ulang tertentu.
- h. Menentukan debit puncak menggunakan metode rasional.

2.6 Analisis Hidraulika

Dalam tahap ini terdiri dari analisis penampang drainase yang ada di lapangan, debit yang dapat dialirkan oleh drainase dan merencanakan dimensi saluran drainase yang baru dengan mengacu dari data perhitungan. Dari hasil dimensi yang diperoleh kemudian digambar dan dibandingkan dengan dimensi di lapangan sehingga dapat dibuat kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

2.7 Bagan Alur Penelitian

Bagan alur penelitian dapat dilihat gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Bagan Alur Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji Konsistensi Data Hujan

Uji konsistensi dilakukan untuk mengetahui apakah data hujan yang berasal dari pos hujan konsisten atau tidak konsisten.

Tabel 1. Perhitungan konsistensi data hujan

Tahun	Hujan (Y _i)	Ski Y _i - \bar{Y}	(Y _i - \bar{Y}) ²	Ski* Kom(Y _i - \bar{Y})	Ski** Ski*/Dy
2005	1401	-546,077	298200,0059	-546,0769231	-0,98286
2006	1743	-204,077	41647,39053	-750,1538462	-1,35017
2007	1519	-428,077	183249,8521	-1178,230769	-2,12065
2008	1613	-334,077	111607,3905	-1512,307692	-2,72194
2009	1939	-8,07692	65,23668639	-1520,384615	-2,73648
2010	2838	890,9231	793743,929	-629,4615385	-1,13294
2011	1628	-319,077	101810,0828	-948,5384615	-1,70724
2012	1953	5,923077	35,08284024	-942,6153846	-1,69658
2013	2454	506,9231	256971,0059	-435,6923077	-0,78419
2014	1757	-190,077	36129,23669	-625,7692308	-1,1263
2015	1180	-767,077	588407,0059	-1392,846154	-2,50693
2016	2242	294,9231	86979,6213	-1097,923077	-1,97611
2017	3045	1097,923	1205435,083	0	0
Σ	25312		3704280,923	-11580	-20,8424

Berdasarkan hasil hitungan dengan n=13, maka nilai $Q/\sqrt{n} = 1,219$ dan $R/\sqrt{n} = 1,219$. Dari hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa nilai $Q/\sqrt{n}_{\text{hitungan}} < Q/\sqrt{n}_{\text{tabel}}$ dan nilai $R/\sqrt{n}_{\text{hitungan}} < R/\sqrt{n}_{\text{tabel}}$ sehingga data hujan Ngemplak dan Waduk Cengklik konsisten.

3.2 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Data curah hujan yang telah diperoleh dari pos hujan dari tahun 2005 hingga 2017 dirata-rata dan diambil 20 data yang memiliki nilai maksimum dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Frekuesnsi Curah Hujan Maksimum

No	Hujan Maksimum (mm/hr)	m/(n+1)	(Xi- \bar{X}) ²	(Xi- \bar{X}) ³	(Xi- \bar{X}) ⁴
1	145,0	4,76%	3263,266	186414,049	10648902,54
2	132,0	9,52%	1947,016	85912,064	3790869,844
3	119,5	14,29%	1000,141	31629,447	1000281,27
4	107,5	19,05%	385,141	7558,385	148333,301
5	100,5	23,81%	159,391	2012,307	25405,37134
6	91,5	28,57%	13,141	47,635	172,6760254
7	87,5	33,33%	0,141	-0,053	0,019775391
8	84,5	38,10%	11,391	-38,443	129,7463379
9	82,0	42,86%	34,516	-202,779	1191,328369
10	79,0	47,62%	78,766	-699,045	6204,023682
11	78,0	52,38%	97,516	-962,967	9509,297119
12	77,0	57,14%	118,266	-1286,139	13986,75806
13	75,5	61,90%	153,141	-1895,115	23452,05103
14	75,0	66,67%	165,766	-2134,232	27478,24243
15	72,5	71,43%	236,391	-3634,506	55880,52759
16	71,5	76,19%	268,141	-4390,803	71899,39478
17	70,5	80,95%	301,891	-5245,350	91137,94946
18	70,5	85,71%	301,891	-5245,350	91137,94946
19	70,0	90,48%	319,516	-5711,342	102090,2346
20	68,0	95,24%	395,016	-7850,936	156037,344
Rata-rata	87,875	$\Sigma =$	9250,438	274276,828	16264099,868

Berdasarkan perhitungan Tabel 2 diperoleh hasil parameter statistic sebagai berikut, hujan rata-rata = 87,875 mm/jam; standar deviasi = 22,065 dan untuk nilai lainnya dapat dilihat pada Tabel 3 dan distribusi yang digunakan adalah Log Person Type III.

Tabel 3. Hasil hitungan parameter statistic dan sebaran distribusi

Jenis Distribusi	Syarat	Hasil hitungan	Keterangan
Normal	Cs \approx 0	Cs = 1,493	Tidak Memenuhi
	Ck \approx 3	Ck = 4,721	Tidak Memenuhi
Log Normal	Cs/Cv \approx 3	Cs/Ck = 5,946	Tidak Memenuhi
Gumbel	Cs \approx 1,1396	Cs = 1,493	Tidak Memenuhi
	Ck \approx 5,4	Ck = 4,721	Tidak Memenuhi
Log Person Type III	Distribusi yang digunakan untuk nilai selain diatas jika tidak	-	Distribusi yang digunakan

3.4 Analisis Curah Hujan Rancangan

3.4.1 Distribusi Log Person Type III

Tabel 4. Perhitungan distribusi Log Person Type III

No	Hujan Maksimum (mm/hr)	Log X	(Log Xi - Log \bar{X}) ²	(Log Xi - Log \bar{X}) ³	(Log Xi - Log \bar{X}) ⁴
1	145,0	2,16137	0,05227	0,01195	0,00273
2	132,0	2,12057	0,03528	0,00663	0,00124
3	119,5	2,07737	0,02092	0,00303	0,00044
4	107,5	2,03141	0,00974	0,00096	0,00009
5	100,5	2,00217	0,00482	0,00033	0,00002
6	91,5	1,96142	0,00082	0,00002	0,00000
7	87,5	1,94201	0,00009	0,00000	0,00000
8	84,5	1,92686	0,00003	0,00000	0,00000
9	82,0	1,91381	0,00036	-0,00001	0,00000
10	79,0	1,89763	0,00123	-0,00004	0,00000
11	78,0	1,89209	0,00165	-0,00007	0,00000
12	77,0	1,88649	0,00214	-0,00010	0,00000
13	75,5	1,87795	0,00300	-0,00016	0,00001
14	75,0	1,87506	0,00333	-0,00019	0,00001
15	72,5	1,86034	0,00524	-0,00038	0,00003
16	71,5	1,85431	0,00615	-0,00048	0,00004
17	70,5	1,84819	0,00715	-0,00060	0,00005
18	70,5	1,84819	0,00715	-0,00060	0,00005
19	70,0	1,84510	0,00768	-0,00067	0,00006
20	68,0	1,83251	0,01005	-0,00101	0,00010
Rata-Rata	87,875	1,93274	0,00895	0,00093	0,00024
$\Sigma =$			0,17910	0,01860	0,00489

Berdasarkan perhitungan diatas diperoleh nilai standar deviasi = 0,0971 dan Koefisien *Skewness*, $C_s = 1,1884$. Untuk menghitung hujan kala ulang dengan distribusi Log Person Type III dibutuhkan nilai koefisien person (K) dari tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Nilai K untuk distribusi Log-Person Type III

	Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>) , tahun (periode ulang)							
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
Koef G	Presentase peluang terlampaui (<i>Precent chance of being excended</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,192	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149

Tabel 5. Nilai K untuk distribusi Log-Person Type III (Lanjutan)

Koef G	Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (periode ulang)							
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
Koef G	Presentase peluang terlampaui (<i>Precent chance of being excended</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

Dengan menggunakan rumus interpolasi diperoleh nilai K dan hasil hitungan kala ulang curah hujan rancangan menggunakan distribusi Log Person Type III pada Tabel 6 sebagai berikut.

Tabel 6. Hasil hitungan nilai K dan curah hujan rancangan

Periode Ulang (T)	Log \bar{X}	K	Sd	Log Q (m ³ /dt)	Q (m ³ /dt)	P
2	1,93274	-0,1932	0,0971	1,9140	82,0321	50%
5	1,93274	0,7335	0,0971	2,0040	100,9153	20%
10	1,93274	1,3400	0,0971	2,0628	115,5688	10%
25	1,93274	2,0844	0,0971	2,1351	136,4955	4%
50	1,93274	2,6211	0,0971	2,1872	153,8948	2%
100	1,93274	3,1416	0,0971	2,2378	172,8857	1%

Direncanakan hujan rancangan dengan menggunakan kala ulang 25 tahun untuk drainase Desa Ngesrep.

3.4.2 Uji Kecocokan

Untuk menentukan apakah distribusi tersebut dapat diterima untuk menghitung hujan rancangan dilakukan uji kecocokan untuk distribusi Log Person Type III. Dalam uji kecocokan digunakan Uji Chi-kuadrat dan Smirnov-kolmogorov.

Uji Chi-kuadrat

Tabel 7. Hasil uji kecocokan Chi-Kuadrat

Kelas	Interval Kelas			Jumlah Data		$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
				O_i	E_i		
1	0	< x <	16,6667	3	3,33333	0,11111	0,03333
2	16,6667	< x <	33,3333	4	3,33333	0,44444	0,13333
3	33,3333	< x <	50	3	3,33333	0,11111	0,03333
4	50	< x <	66,6667	4	3,33333	0,44444	0,13333
5	66,6667	< x <	83,3333	3	3,33333	0,11111	0,03333
6	83,3333	< x <	100	3	3,33333	0,11111	0,03333
Total				20	20		0,40000

Dengan banyak data sejumlah 20 data diperoleh banyak kelas sebanyak 6 kelas. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai chi hitungan, $\chi_h^2 = 0,4$ dan dengan nilai $D_k = 3$ serta tingkat kepercayaan sebesar 0,05 diperoleh nilai chi pembacaan tabel, $\chi^2 = 7,815$. Sehingga uji chi-kuadrat memenuhi karena $\chi_h^2 = 0,4 < \chi^2 = 7,815$.

Uji Smirnov-kolmogorov

Uji ini dilakukan dengan pembacaan grafik hubungan dari data frekuensi hujan dan data kala ulang hujan rancangan seperti grafik 1 dibawah ini.



Grafik 1. Pembacaan kertas peluang Smirnov-kolmogorov

Hasil pembacaan kurva diperoleh nilai titik koordinat terjauh sebesar 0,0952 dan garis linear sebesar 0,04 sehingga nilai $\Delta_{kurva}=0,0552$. Dengan tingkat kepercayaan 0,05 dan jumlah data sebanyak 20 diperoleh nilai $\Delta_{tabel}=0,29$. Sehingga uji Smirnov kolmogorov memenuhi karena nilai $\Delta_{kurva}=0,0552 < \Delta_{tabel}=0,29$.

3.4.3 Intensitas Hujan

Intensitas hujan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Mononobe. Untuk mendapatkan nilai intensitas hujan diperlukan nilai waktu konsentrasi yang dihitung menggunakan persamaan Kirpich.

$$\begin{aligned} T_c &= 3,97.L^{0,77}.S^{-0,385} \\ &= 26,494 \text{ menit} \end{aligned} \quad (1)$$

Persamaan Mononobe sebagai berikut.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2)$$

Dengan persamaan diatas diperoleh nilai intensitas hujan selama 5 jam dan kemudian dijadikan kedalam bentuk ABM (*Alternating Block Method*) seperti tabel 8 dibawah ini.

Tabel 8. Hasil perhitungan intensitas hujan

Jam	i	Ri	ABM
1	79,8230	79,8230	32,3341
2	50,2854	20,7477	79,8230
3	38,3749	94,3771	104,1614
4	31,6778	32,3341	94,3771
5	27,2991	104,1614	20,7477

3.4.4 Hujan Efektif

Hujan efektif yaitu perhitungan intensitas hujan dikurangkan dengan air yang meresap kedalam tanah. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai hujan yang meresap sebesar 16,572 sehingga hujan efektif diperoleh hasil seperti tabel 9 dibawah ini.

Tabel 9. Hujan Efektif

Jam	ABM (mm/jam)	m/dt
1	15,7619586	0,0000044
2	63,25087436	0,0000176
3	87,58919014	0,0000243
4	77,80489011	0,0000216
5	4,175526896	0,0000012

3.4.5 Debit Rancangan

Perhitungan debit rancangan menggunakan persamaan $Q=C.I.A$ dengan nilai $C=0,75$ karena merupakan kawasan pemukiman padat. Berikut hasil nilai debit rancangan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil hitungan debit rancangan

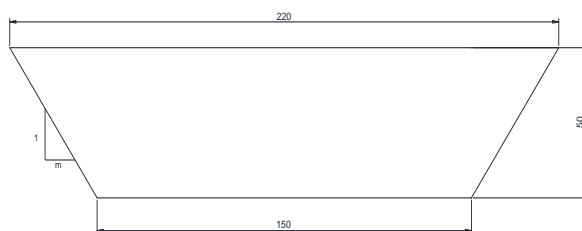
Jam	C	I (mm/jam)	I (m/dt)	A (m ²)	Q (m ³ /dt)
1	0,75	15,761959	4,38E-06	126620,1	0,415788
2	0,75	63,250874	1,76E-05	126620,1	1,668507
3	0,75	87,58919	2,43E-05	126620,1	2,310532
4	0,75	77,80489	2,16E-05	126620,1	2,052430
5	0,75	4,1755269	1,16E-06	126620,1	0,110147

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai debit puncak terjadi pada jam ke 3 sebesar $Q = 2,3105 \text{ m}^3/\text{dt}$. Nilai debit puncak inilah yang akan digunakan untuk merencanakan kembali dimensi saluran drainase.

3.5 Analisis Hidraulika

3.5.1 Kondisi Saluran Drainase

Dari hasil survei di lapangan diperoleh data dimensi saluran drainase sebagai berikut.



$$b = 150 \text{ cm}$$

$$h = 50 \text{ cm}$$

$$B = 220 \text{ cm}$$

$$S_0 = 0,003147$$

Dengan data dimensi yang diperoleh debit yang mampu ditampung oleh saluran drainase adalah sebagai berikut perhitungannya.

Menghitung kemiringan dimensi saluran:

$$2m = (B-b)/h$$

$$2m = (220-150)/50$$

$$m = 0,7$$

Menghitung luas penampang basah (A)

$$A = bh + mh^2$$

$$= (150 \times 50) + (0,7 \times 50^2)$$

$$= 9250 \text{ cm}^2$$

$$= 0,925 \text{ m}^2$$

Menghitung keliling penampang basah (P)

$$P = b + 2h(1+m^2)^{0,5}$$

$$= 150 + 2 \times 50(1+0,7^2)^{0,5}$$

$$= 272,0656 \text{ cm}$$

$$= 2,720656 \text{ m}$$

Menghitung jari-jari hidrolis (R)

$$R = A/P$$

$$= 9250/272,0656$$

$$= 33,999 \text{ cm}$$

$$= 0,33999 \text{ m}$$

Menghitung kecepatan aliran:

$$v = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$v = \frac{1}{0,013} \times 33,999^{\frac{2}{3}} \times 0,003147^{\frac{1}{2}}$$

$$v = 45,2887 \text{ cm/s}$$

$$v = 0,45288 \text{ m/s}$$

Menghitung debit aliran:

$$Q = A \times v$$

$$= 0,925 \times 0,45288$$

$$= 0,418915 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Dari hasil perhitungan saluran drainase dilapangan mampu menahan debit aliran sebesar $Q_{\text{saluran}} = 0,4189 \text{ m}^3/\text{dt} < Q_{\text{rancangan}} = 2,3105 \text{ m}^3/\text{dt}$ sehingga perlu dilakukan perencanaan ulang dimensi saluran drainase.

3.5.2 Perencanaan ulang

Perencanaan ulang saluran drainase menggunakan desain saluran ekonomis.

Desain ekonomis memiliki nilai jari-jari hidrolis sebesar setengah dari kedalaman saluran, berikut perhitungannya.

$$R = h/2$$

$$S = 0,003147$$

$$m = 0,5$$

Dengan lebar saluran atas :

$$B = 2h\sqrt{1+m^2}$$

$$b+2mh = 2h\sqrt{1+m^2}$$

$$b+2 \cdot 0,5 \cdot h = 2h\sqrt{1+0,5^2}$$

$$b+h = 2,236068h$$

$$b = 2,236068h - h$$

$$b = 1,236068h \dots\dots\dots (\text{pers 1})$$

Persamaan 1 selanjutnya disubstitusikan kedalam persamaan luas penampang basah saluran:

$$A = bh + mh^2$$

$$A = 1,236068h \cdot h + 0,5h^2$$

$$A = 1,236068h^2 + 0,5h^2$$

$$A = 1,736068h^2 \dots\dots\dots (\text{pers 2})$$

Mencari kecepatan dengan menggunakan persamaan manning:

$$v = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$v = \frac{1}{0,013} \times \left(\frac{h}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0,003147^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (\text{pers 3})$$

Menghitung penambahan kedalaman saluran (h) dengan mensubstitusikan persamaan 2 dan persamaan 3 kedalam persamaan debit aliran sebagai berikut:

$$Q = A \times v$$

$$2,310532 = 1,736068h^2 \times \left[\frac{1}{0,013} \times \left(\frac{h}{2} \right)^{\frac{2}{3}} \times 0,003147^{\frac{1}{2}} \right]$$

$$2,310531 = 1,736068h^2 \times (76,92308 \times 0,629961 \times 0,056098 \times h^{\frac{2}{3}})$$

$$2,310531 = 1,736068h^2 \times 2,718431h^{\frac{2}{3}}$$

$$2,310531 = 4,719382h^{\frac{8}{3}}$$

$$h^{\frac{8}{3}} = 2,310531/4,719382$$

$$h^{\frac{8}{3}} = 0,489584$$

$$h = 0,489584^{\frac{3}{8}}$$

$$h = 0,76504 \text{ m}$$

$$h = 76,5042 \text{ cm}$$

Dari persamaan 1 dapat diketahui nilai penambahan lebar dasar saluran (b) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} b &= 1,236068 h \\ &= 1,236068 \times 0,76504 \\ &= 0,945644 \text{ m} \\ &= 94,5644 \text{ cm} \end{aligned}$$

Menghitung penambahan lebar atas (B) saluran drainase dengan rumus berikut:

$$\begin{aligned} B &= 2h\sqrt{1+m^2} \\ &= 2 \times 76,5042 \times \sqrt{1+0,5^2} \\ B &= 171,069 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan dengan bentuk penampang trapesium ekonomis diperoleh dimensi desain ulang drainase sebagai berikut:

$$\begin{aligned} b &= 94,5644 \text{ cm} \\ h &= 76,5042 \text{ cm} \\ B &= 171,069 \text{ cm} \end{aligned}$$

4. PENUTUP

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: Pertama, genangan air yang terjadi pada ruas jalan Desa Ngesrep, Ngemplak, Boyolali sedalam 10 cm dan lama genangan yang terjadi bisa mencapai 7 hari ketika curah hujan tinggi. Genangan disebabkan karena ketidakmampuan saluran drainase yang berada di lokasi dalam menampung debit aliran yang terjadi pada daerah tersebut sehingga air pada saluran drainase meluap ke ruas jalan. Kedua, Debit yang mampu ditampung oleh saluran drainase di lokasi sebesar $Q_{\text{saluran}} = 0,4189 \text{ m}^3/\text{dt}$ dan debit rancangan sebesar $Q_{\text{rancangan}} = 2,3105 \text{ m}^3/\text{dt}$. Ketiga, perlu dilakukan perencanaan ulang dimensi saluran untuk menanggulangi kelebihan air yang melimpas keruas jalan dengan hasil dimensi saluran sebagai berikut: lebar saluran bawah, $b = 94,5644 \text{ cm}$, kedalaman saluran, $h = 76,5042 \text{ cm}$ dan lebar saluran atas, $B = 171,069 \text{ cm}$.

DAFTAR PUSTAKA

- Arfaah. 2017. *Evaluasi Sistem Drainase Di Jalan Barisan Indah Kecamatan Sampang Kota Sampang*. Skripsi. Universitas Darul Ulum Jombang. Jombang
- Dewi, A.K., Setiawan, A., Saido, A.P.,. 2014. *Evaluasi Sistem Saluran Drainase Di Ruas Jalan Solo Sragen Kabupaten Karanganyar*. Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Direktorat Jendral Cipta Karya. 2012. *Buku Jilid IA Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan*. Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Pane, Y.F., Hasiholan, F., Sachro, S.S.,. 2016. *Perencanaan Drainase Jalan Raya Semarang-Bawen KM 12+400 – KM 16+600 (Jamu Jago – Balai Pelatihan Transmigrasi dan Penyandang Cacat JATENG)*. Skripsi. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Pudyastuti, P,S., Wibowo, G,D., Fatchan, A,K., Kuswartomo. 2017. *Rekayasa Irigasi dan Bangunan Air*. Muhammadiyah University Press, Surakarta.

- Putra, M,W,E,. 2008. *Unjuk Kerja Sistem Drainase Kelurahan Kadipiro Kecamatan Banjarsari Kota Surakarta*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Rahmawati, A., Damayanti, A., Soedjono, E.S.,. 2015. *Evaluasi Sistem Drainase Terhadap Penanggulangan Genangan Di Kota Sidoarjo*. Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- SNI 03-3424-1994. 1994. *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan*. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- Siti Q, Agus P, Beni D. 2007. *Kajian Genangan Banjir Saluran Drainase Dengan Bantuan Sistem Informasi Geografi (Studi Kasus: Kali Jenes, Surakarta)*. Media Teknik Sipil.
- Suripin. 2004.*Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*.ANDI OFFSET, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B., 2008, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Yulius. 2018. *Evaluasi Saluran Drainase Pada Jalan Raya Sarua-Ciputat Tanggerang Selatan*. Skripsi. Universitas Islam 45. Bekasi.